

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ПОРАЖЕНИЯ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ COVID-19 В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Петриков С.С.^{1,2}, Попова И.Е.¹, Муслимов Р.Ш.¹, Попугаев К.А.^{1,3},
Кислухина Е.В.¹, Коков А.С.^{1,4}

Цель. Изучить возможности КТ в оценке степени поражения легких при COVID-19 в условиях динамического наблюдения.

Материалы и методы. Проанализированы результаты 184 исследований КТ грудной клетки 60 пациентов с диагнозом вирусная пневмония COVID-19.

Мужчин было 37, женщин – 23, возраст от 23 до 74 (49,37± 14,2) лет.

Всем пациентам рассчитали объем поражения легких с помощью программного обеспечения рабочей станции компьютерного томографа.

Результаты. Большинство пациентов (70%) перенесли пневмонию COVID-19 в легкой степени тяжести.

Для COVID-19 пневмонии характерны двусторонние воспалительные изменения (86,67%). При КТ в первые сутки у 5% пациентов патологические изменения в легких не визуализировались и были выявлены только при динамическом контроле. У 6,67% пациентов с отсутствием воспалительных изменений при первом КТ, несмотря на положительные результаты теста на SARS-CoV-2, выполненные с использованием ОТ-ПЦР, и при повторных КТ патологических изменений легких не было.

Динамический контроль состояния легких с определением количественных показателей относительного объема воспалительных изменений позволял точно оценить тяжесть поражения, достоверно осуществить мониторинг прогрессирования и ответных реакций на проводимое лечение при COVID-19. При КТ были обнаружены характерные для вирусной этиологии изменения легочной паренхимы в виде уплотнения по типу «матового стекла» в 14 случаях (23,33%), изменения по типу «матового стекла» с наличием ретикулярных изменений – в 8 (13,33%), сочетание уплотнения по типу «матового стекла» с консолидацией – в 21 (35%), в 10 случаях (16,67%) были только участки консолидации, в том числе с перилобулярными уплотнениями. Чувствительность 93,3%.

Выводы. Метод КТ с высокой степенью чувствительности позволяет выявить весь спектр возможных проявлений пневмонии COVID-19. Для определения объема поражения легких необходимо использовать доступные решения, повышающие эффективность диагностики COVID-19. Широкий интервал объема поражения (25% в шкале КТ1-КТ4) не всегда позволяет точно отразить динамику процесса в легких.

Ключевые слова: КТ грудной клетки, динамический контроль степени поражения легких, пневмония COVID-19

Контактный автор: Попова И.Е. PopovaIE@sklif.mos.ru, pikri125@mail.ru

Для цитирования: Петриков С.С., Попова И.Е., Муслимов Р.Ш., Попугаев К.А., Кислухина Е.В., Коков А.С. Возможности компьютерной томографии в оценке степени поражения легких у больных COVID-19 в условиях динамического наблюдения. REJR 2020; 10(2):14-26. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-14-26.

Статья получена: 06.05.20

Статья принята: 29.05.20

1 - ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы» г. Москва, Россия.

2 - Московский Государственный Медицинский Университет им. А.И. Евдокимова. г. Москва, Россия.

3 - ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. г. Москва, Россия.

4 - ФГАОУ ВО Первый Московский Государственный Медицинский Университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Институт профессионального образования. г. Москва, Россия.

COMPUTER TOMOGRAPHY IN ASSESSING AND MONITORING THE DEGREE OF LUNG INJURY DUE TO COVID-19

Petrikov S.S.^{1,2}, Popova I.E.¹, Muslimov R.Sh.¹,
Popugaev K.A.^{1,3}, Kislukhina E.V.¹, Kokov L.S.^{1,4}

Purpose. To explore the capabilities of CT in assessing the lungs injury degree due to COVID-19 by dynamic observation.

Materials and methods. The analysis of 184 chest CT images of 60 patients with a diagnosis of viral pneumonia due to COVID-19. 37 patients were male, 23 patients were female, age from 23 to 74 (49.37 ± 14.2) years. For all patients the level of lungs damage was calculated by using a CT workstation.

Results. The majority of patients (70%) suffered mild pneumonia due to COVID-19. Bilateral inflammatory changes (86.67%) are specific signs of pneumonia caused by COVID-19. The first day of examination of CT scans showed that 5% of patients had pathological changes in the lungs, which were not visualized and were only detected on following CT scans. A group of patients (6.67%) with no inflammatory changes on the first CT scan images, did not have any pathological lung changes after repeating CT scan, despite positive results of the SARS-CoV-2 test, which was performed by using RT-PCR method. Dynamic observation of the lungs state with the volume, type and number of inflammatory changes determination allows accurately control the degree and progression of disease, as well as treatment effect. CT scans revealed changes in the pulmonary parenchyma specific to viral etiology in the form of compaction by the type of ground glass opacity (GGO) in 14 cases (23.33%), by the type of GGO with the presence of reticular changes - in 8 (13.33%), the combination of GGO type and consolidation - in 21 (35%), in 10 cases (16.67%) there were only consolidation regions, including perilobular seals. Sensitivity is 93.3%.

Conclusions. CT is a method with a high sensitivity, so it makes possible to identify the whole spectrum of pneumonia's manifestations caused by COVID-19. To determine the degree of lungs injury is necessary to use available solutions that increase the effectiveness of the diagnosis of COVID-19. A wide interval of the lung damage volume (25% on the CT1-CT4 scale) does not always veraciously allowed to estimate the dynamics of the inflammatory process.

Keywords: CT chest, dynamic control of the volume of lung lesions, pneumonia COVID-19.

Corresponding author: Popova I. E., PopovaIE@sklif.mos.ru, pikri125@mail.ru

For citation: Petrikov S.S., Popova I.E., Muslimov R.Sh., Popugaev K.A., Kislukhina E.V., Kokov L.S. Computer tomography in assessing and monitoring the degree of lung injury due to COVID-19. REJR 2020; 10(2):14-26. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-14-26.

Received: 06.05.20

Accepted: 29.05.20

Эпидемия новой коронавирусной пневмонии 2019 года разразилась в Ухане, провинция Хубэй, Китай, в конце декабря 2019 года и быстро распространилась по всему миру [1 - 4]. Всемирная организация здравоохранения 11 марта 2020 года официально охарактеризовала быстрое глобальное распространение коронавирусной болезни 2019 года (COVID-19) как пандемию и призвала к срочным международным действиям в четырех ключевых областях: подготовиться и быть готовым; обнаруживать, за-

щищать и лечить; уменьшить передачу; вводить новшества и учиться [5]. Как правило, инкубационный период COVID-19 колеблется от 1 до 14 дней, у большинства людей симптомы развиваются между 3-7 днями; самый длительный инкубационный период может достигать 24 дней [6]. Клиническая тяжесть COVID-19 сильно варьирует, от бессимптомного до смерти [7].

В настоящее время положительный результат в тестировании нуклеиновых кислот с использованием технологии обратной транскриптазы с полимеразной цепью (ОТ-ПЦР) яв-

1 - N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

2 - A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University.

3 - A.I. Burnazyan FMBA of Russia.

4 - I.M. Sechenov First Moscow Medical University (Sechenov University).
Moscow, Russia.

ляется «золотым» стандартом диагностики COVID-19. Анализ имеет высокую специфичность, но низкую чувствительность [8 - 10].

Компьютерная томография (КТ) легких для подтверждения заболевания COVID-19 стала основным диагностическим инструментом, который используется в тесной комбинации с клиническими проявлениями и эпидемиологическими данными [11 - 15]. Некоторые авторы отметили, что при диагностике COVID-19 чувствительность КТ (98%) была значительно выше, чем чувствительность ОТ-ПЦР (71%) [16 - 20]. В связи с быстрым увеличением числа КТ-исследований, выполняемых в динамике, возникла необходимость в точной оценке степени тяжести воспалительных изменений легких при COVID-19 [21, 22].

Цель.

Изучить возможности метода компьютерной томографии в оценке степени поражения легких при COVID-19 в условиях динамического наблюдения.

Материалы и методы.

С 22 марта по 07 апреля 2020 г. в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского КТ органов грудной полости выполнена 119 пациентам с подозрением на COVID-19, из которых 60 пациентам КТ была выполнена два и более раз. В дальнейшем этим пациентам было выполнено 184 исследования, каждый пациент в среднем был обследован 3 раза.

Критерии включения были следующими:

- 1) у пациента положительный результат теста на SARS-CoV-2, выполненный с использованием ОТ-ПЦР;
- 2) пациенту после госпитализации выполнены два и более КТ органов грудной полости.

В итоге в исследование были включены 60 пациентов, в том числе 37 мужчин и 23 женщины в возрасте от 23 до 74 лет. Средний возраст всех пациентов составлял $49,37 \pm 14,2$ лет, средний возраст мужчин был 48,05 лет, женщин – 51,49 лет.

Временной интервал между началом заболевания и госпитализацией колебался от 1 до 10 дней, в среднем 4 дня. КТ выполняли на 1-3 сутки от поступления и по показаниям через 2-6 суток.

Все исследования выполняли с соблюдением противоэпидемических требований. Компьютерный томограф располагался в чистой зоне. Пациента для транспортировки на обследование помещали в специальную Биокамеру, в которой и выполняли исследование. Биокамеру очищали и дезинфицировали после каждого контакта с пациентом. Рентгенлаборант выполнял исследование с использованием средств индивидуальной защиты, рекомендованных МЗ РФ: надевал респиратор, защитные очки, перчатки, изолирующий комбинезон с капюшоном

и бахилы. После обследования каждого пациента аппарат компьютерного томографа и помещение тщательно дезинфицировали.

Все КТ-исследования выполняли по стандартному протоколу на 64-срезовом компьютерном томографе Aquilion CXL фирмы «Toshiba» (Япония) в положении лежа на спине с толщиной слоя 0,5 мм при задержке дыхания на вдохе. Область сканирования устанавливали от верхушек легких до реберно-диафрагмальных синусов. Напряжение и ток трубки составляли 120 кВ и 30–240 мА соответственно. Все полученные данные были реконструированы с использованием стандартного и легочного алгоритма реконструкции. Матрица реконструкции составляла 512×512 пикс., толщина среза реконструированных участков была от 1 мм до 5 мм.

Анализ полученных изображений проводили на мультимодальной рабочей станции Vitrea (Vital Images Inc., США) с построением сагиттальных и коронарных реконструкций. Изображения просматривали при настройках окна, оптимизированных для оценки паренхимы легкого (ширина 1600 HU; уровень -400 HU), мягких тканей (ширина 380 HU; уровень 40 HU).

Все полученные изображения были проанализированы по следующим КТ-данным:

- 1- уплотнение легкого по типу «матового стекла», определяемое незначительным повышением плотности легочной ткани при сохранении видимости стенок сосудов и бронхов;
- 2- уплотнение легких по типу «матового стекла» с наличием ретикулярных изменений («булыжная мостовая»);
- 3- уплотнение легких по типу консолидации, определяемое в виде участков более высокой плотности, чем матовое стекло (значения плотности мягких тканей) и отсутствием видимости стенок сосудов и бронхов;
- 4- участки линейного фиброза;
- 5- локализация воспалительных изменений по долям каждого легкого.

Всем пациентам ретроспективно выполнили расчет объема воспалительных изменений легких с помощью программного обеспечения рабочей станции компьютерного томографа.

Отдельно измеряли объем патологических изменений в правом и в левом легком, объем паренхимы неизмененного правого и левого легкого. Далее определяли относительный объем всех зон патологических изменений паренхимы от общего объема легкого по формуле процентного выражения одного числа от другого: $X = V_a / V_b \times 100\%$,

где X – объем патологических изменений, выраженный в процентах;



Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. МСКТ.

Этап автоматического определения объема неизменного легкого; правое легкое – Va = 420 мл, Vb= 1725 мл, X = 24%, левое легкое – Va = 390 мл, Vb = 1224 мл, X = 32% – КТ 2.

Fig. 1. MSCT.

Stage of automatic detection of unaffected lung volume; right lung - Va = 420 ml, Vb= 1725 ml, X = 24%, left lung- Va = 390 ml, Vb = 1224 ml, X = 32% – CT2.

Va – объем патологических изменений легкого (мл);

Vb – общий объем легкого (мл).

Эти расчёты выполняли отдельно для каждого легкого (рис. 1).

Согласно Приказу Департамента здравоохранения г. Москвы от 08.04.2020 N 373 (ред. от 17.04.2020) «Алгоритмы действий врача при поступлении в стационар пациента с подозрением на внебольничную пневмонию, предположительно коронавирусной этиологии» [21] и утвержденных критериев оценки тяжести пневмонии по данным КТ (таб. №1), полученные данные оценивали с учетом степени тяжести.

Результаты исследования.

При первом исследовании среди 60 обследованных пациентов в 7 случаях были получены отрицательные результаты (КТ 0). При динамическом контроле этой группы в 4 случаях (6,67%, n=60) изменения в легких не были выявлены, в 3 других случаях (5%, n=60) при повторных КТ были обнаружены патологические изменения в легких (КТ 1).

При анализе КТ данных первичного исследования уплотнения легкого по типу «матового стекла» были отмечены в 14 случаях (23,33%, n=60). Изменения легких по типу «матового стекла» с наличием ретикулярных изменений, обусловленных утолщением внутридоль-

Таблица №1. Критерии оценки тяжести пневмонии по данным КТ [21, 22].

Степень поражения легких	Характер и объем изменения на КТ
КТ 0	нет поражения легких, не соответствует пневмонии, в том числе COVID-19
КТ 1 легкая	зоны уплотнения по типу «матового стекла», вовлечение паренхимы легкого меньше 25%
КТ 2 средне-тяжелая	зоны уплотнения по типу «матового стекла», участки консолидации, вовлечение паренхимы легкого от 25 до 50%
КТ 3 тяжелая	зоны уплотнения по типу «матового стекла», участки консолидации, вовлечение паренхимы легкого от 50 до 75%
КТ 4 критическая	диффузные уплотнения по типу «матового стекла», участки консолидации, ретикулярные изменения, вовлечение паренхимы легкого больше 75%

Таблица №2. Распределение пациентов в зависимости от объема воспалительных изменений в легких при первом исследовании.

Степень поражения легких	Количество пациентов, n=60	Средний относительный объем воспалительных изменений легких (%)	Средний объем воспалительных изменений легких (мл)
КТ 0	7 (11,67%)	0	0
КТ 1	36 (60%)	7 (1-17)	130 (30-210)
КТ 2	12 (20%)	29 (25-44) * p<0.05	368 (252-520)
КТ 3	5 (8,33%)	56 (50-60)	897 (650-1488) **p<0.01

Примечание:

* – достоверная разница показателей относительного объема воспалительных изменений паренхимы легких между КТ 1 и КТ 2;

** – достоверная разница показателей среднего объема воспалительных изменений легких между КТ 2 и КТ 3.

ковых перегородок, были в 8 случаях (13,33%), сочетание уплотнения легкого по типу «матового стекла» с консолидацией – в 21 случае (35%), в 10 случаях (16,67%) были только участки консолидации, в том числе с перилобулярными уплотнениями.

Патологические изменения в обоих легких были выявлены в 52 случаях (86,67%, n=60). Тотальные воспалительные изменения всех долей обоих легких были отмечены в 27 случаях (45%, n=60). Патологические изменения только

Используя программное обеспечение рабочей станции компьютерного томографа, выполняли расчет относительного объема воспалительных изменений легких.

Согласно Приказу Департамента здравоохранения г. Москвы от 08.04.2020 N 373 (ред. от 17.04.2020) [21], полученные данные оценивали с учетом степени поражения легких (табл. №2). Тяжесть определяли по наиболее пораженному легкому.

В нашем исследовании большинство па-

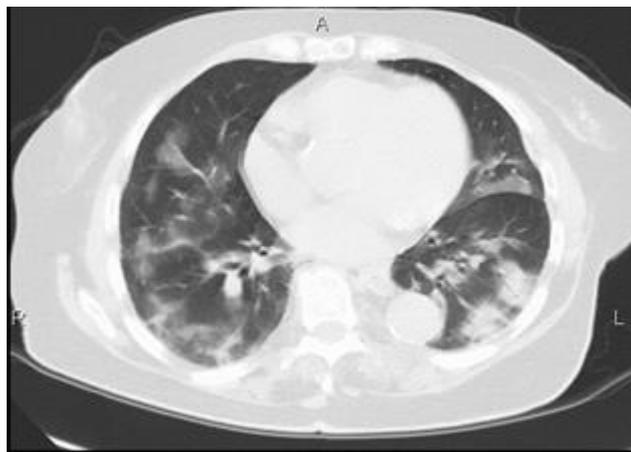


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

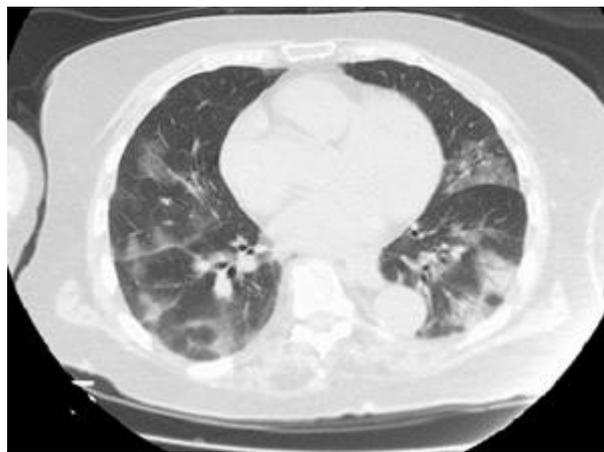


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. КТ органов грудной полости, аксиальная плоскость.

Выполнены у пациента Е. с интервалом в двое суток; двусторонние инфильтративные изменения вирусной этиологии, средне-тяжелая степень поражения легких – КТ 2.

а – относительный объем поражения правого легкого 40%, левого 45%;

б – через 2 суток относительный объем поражения легких без существенной динамики.

Fig. 2. Chest CT, axial view.

Performed in patient E. at intervals of two days; bilateral infiltrative changes of viral etiology, medium-severe lung damage – CT2.

a - relative volume of the right lung damage 40%, left – 45%;

b - 2 days later, the relative volume of the lung damage without significant dynamics.

в нижних долях обоих легких были в 6 случаях (10%, n=60), сочетание воспалительных изменений в нижней доле справа и в обеих долях слева – в 2 случаях (3,33%, n=60). Одновременное поражение только верхних долей было отмечено в 1 случае (1,67%, n=60).

Односторонние изменения были отмечены только справа в 4 случаях (6,67%, n=60) и были связаны с одной долей в 3 случаях, а в 1 случае – с двумя долями. Одностороннего правостороннего распространения поражения в 3 долях отмечено не было.

Наиболее часто патологические изменения в легких были в субплевральных периферических отделах в 38 случаях (67,86%). Изменения в периферических и в центральных отделах имели место в 18 случаях (32,14%).

циентов (60%) имели объем воспалительных изменений легких меньше 25%, что соответствует легкой степени поражения легких.

Как видно из таблицы №2, показатель относительного объема воспалительных изменений паренхимы легких, выраженный в процентах, был значительно выше у пациентов со средне-тяжелой степенью поражения легких, чем у пациентов с легкой степенью (p<0.05). Объем поражения, количественно определенный с помощью рабочей станции компьютерного томографа, был значительно больше в группе с тяжелым поражением легких (p<0.01).

Всем пациентам выполняли повторные КТ по показаниям для контроля проводимого лечения. Интервал времени между двумя исследованиями составлял от 2 до 6 дней, в среднем

Таблица №3. Распределение пациентов в зависимости от объема воспалительных изменений в легких при втором исследовании.

Степень поражения легких	Количество пациентов, n=60 (100%)	Средний относительный объем поражения легких (%)
КТ 0	4 (6,67%)	0
КТ 1	42 (70%)	6,5
КТ 2	11 (18,33%)	32
КТ 3	3 (5%)	66

3,5 дня.

При повторном КТ было отмечено, что у большинства пациентов (70%) сохраняется объем поражения легкой степени (КТ 1) (табл. №3).

Прогрессирование заболевания определяли путем сравнения относительного объема воспалительных изменений на двух и более КТ. Если не наблюдалось различия объема патологических изменений легких между двумя исследованиями, состояние пациента считали стабильным. При повторных исследованиях в 14 случаях (23,33%, n=60) изменений объема патологических изменений отмечено не было. У 4 пациентов с отсутствием воспалительных изменений при первом КТ, несмотря на положительный результат теста на SARS-CoV-2, выполненный с использованием ОТ-ПЦР, и при повторном КТ патологических изменений легких не было выявлено.

Стабильная КТ картина чаще была отмечена у пациентов с КТ 1 – легкой степенью поражения легких при COVID-19 (7 пациентов из 14). Только у трех пациентов со среднетяжелой степенью (КТ 2) при повторном обследовании картина и объем поражения легких были без динамики (рис. 2).

При втором исследовании прогрессирование заболевания в виде увеличения распространенности воспалительных изменений (в среднем на 52%) было обнаружено в 19 случаях (31,67%, n= 60) (табл. №4).

У 3 пациентов с отрицательными результатами на первом КТ при повторном исследо-

вании были получены изменения в виде «матового стекла» (рис. 3).

У 10 пациентов с КТ 1 при повторном исследовании было отмечено увеличение объема поражения (в среднем на 25%), но объем этих изменений остался в пределах легкой степени (КТ 1). У одного пациента с КТ 1 объем воспаления увеличился в несколько раз и степень поражения легких возросла до среднетяжелой (КТ 2).

У 2-х пациентов со среднетяжелым поражением легких (КТ 2), несмотря на значительное увеличение объема воспаления (в среднем на 46%), степень поражения не изменилась. Однако у одного пациента с КТ 2 объем поражения легких увеличился в несколько раз, что привело к изменению степени тяжести до тяжелой (КТ 3). У 2-х пациентов с тяжелым поражением легких (КТ 3) объем патологических изменений увеличился (в среднем на 19%), но в пределах КТ 3.

У 27 пациентов при повторном исследовании было отмечено уменьшение объема воспалительных изменений (в среднем на 43%) (табл. №5).

У 20 пациентов с легкой степенью поражения (КТ 1) объем воспалительных изменений легких уменьшился почти в 2 раза. У двух из пяти пациентов со среднетяжелым поражением легких (КТ 2) объем инфильтративных изменений уменьшился почти в 3 раза и степень поражения изменилась до легкой (КТ 1). У трех других пациентов из этой группы объем изме-

Таблица №4. Распределение пациентов в зависимости от объема воспалительных изменений в легких при втором исследовании.

1-е исследование 19 больных	КТ0 3 (0%)	КТ1 11 (8%)	КТ2 3 (27%)	КТ3 2 (58%)		
↓	↓	↙ ↘	↙ ↘	↓		
2-е исследование 19 больных	КТ1 3 (9,3%)	КТ1 10 (10%)	КТ2 1 (33%)	КТ2 2 (41,5%)	КТ3 1 (60%)	КТ3 2 (69%)
ВСЕГО 19 больных	КТ 0 - 0	КТ 1 - 13	КТ 2 - 3	КТ 3 - 3		

Примечание: для каждой степени объема поражения указано число пациентов, в скобках – средний относительный объем поражения легких в процентах.



Рис. 3 а (Fig. 3 а)



Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. КТ органов грудной полости с интервалом в четверо суток, аксиальная плоскость.

а – нормальная компьютерно-томографическая картина легких у пациента с положительным тестом на ОТ-ПЦР;

б – отрицательная динамика через 4 дня; появились двусторонние интерстициальные изменения, легкая степень поражения легких – КТ 1; относительный объем поражения правого легкого 5%, левого 4%.

Fig. 3. Chest CT performed with four days interval.

a - normal tomographic picture in a patient with a positive RT-PCR test;

b - negative dynamics in 4 days; appearance of bilateral interstitial changes, mild lung lesions; CT 1; volume of the right lung lesion 5%, left – 4%.

Таблица №5. Распределение пациентов с положительной динамикой между первым и вторым исследованием.

1-е исследование 27 больных	КТ1 20 (8,9%)	КТ2 5 (32,8%)		КТ3 2 (60%)
	↓	↙ ↘		↓
2-е исследование 27 больных	КТ1 20 (4,7%)	КТ1 2 (11%)	КТ2 3 (25,3%)	КТ2 2 (35%)
ВСЕГО 27 больных	КТ1 - 22	КТ2 - 5		КТ3 - 0

Примечание: для каждой степени объема поражения указано число пациентов, в скобках – средний относительный объем поражения легких в процентах.

Таблица №6. Распределение пациентов в зависимости от объема воспалительных изменений легких при третьем исследовании.

Степень поражения легких	Количество пациентов, n=41 (100%)	Средний относительный объем воспалительных изменений (%)
КТ 0	2 (4,88%)	0
КТ 1	27 (65,85%)	6
КТ 2	9 (21,95%)	32
КТ 3	3(7,32%)	55

нений уменьшился в среднем на 30%. У 2 пациентов с тяжелым поражением легких (КТ 3) была отмечена положительная динамика и степень поражения уменьшилась (в среднем на 71%) до среднетяжелой (КТ 2). В дальнейшем для контроля проводимого лечения 41 больному было выполнено третье КТ легких (табл. №6).

При третьем КТ большинство пациентов (65,85%) имели объем поражения легкой степени. Отсутствие изменений объема поражения легких между вторым и третьим исследованием было у 10 больных (табл. №7).

У 1 пациента с отсутствием воспалительных изменений при первом и втором КТ, несмотря на несколько положительных результатов теста на SARS-CoV-2, выполненных с использованием ОТ-ПЦР, и на третьем КТ патологических изменений легких не было. У 7 пациентов при динамическом КТ сохранялся не-

большой объем поражения легких (в среднем 6,5%). Стабильная КТ картина была отмечена у 1 пациента со среднетяжелой (КТ 2) и у 1 – с тяжелой степенью поражения легких (КТ 3). При третьем исследовании отрицательная динамика в виде увеличения распространенности воспалительных изменений была отмечена в 5 случаях (табл. №8).

У 1 пациента с легкой степенью поражения при контрольном исследовании было отмечено увеличение объема патологических изменений легких на 33%, но объем этих изменений остался в пределах КТ 1. У другого пациента с КТ 1 объем патологических изменений увеличился в несколько раз и степень поражения легких увеличилась до среднетяжелой – КТ 2. У 3 пациентов со среднетяжелым поражением легких (КТ 2) было отмечено незначительное увеличение объема поражения (в среднем на

Таблица №7. Распределение пациентов без динамики распространения воспалительных изменений между вторым и третьим исследованием.

Степень поражения легких	Количество пациентов, n=10	Средний относительный объем воспалительных изменений (%)
КТ 0	1	0
КТ 1	7	6,5
КТ 2	1	30
КТ 3	1	60

Таблица №8. Распределение пациентов с отрицательной динамикой между вторым и третьим исследованием.

1-е исследование 5 больных	КТ1 2 (9%)		КТ2 3 (29%)
	↙ ↘		↓
2-е исследование 5 больных	КТ1 1 (12%)	КТ2 1 (30%)	КТ2 3 (33%)
ВСЕГО 5 больных	КТ1 - 2	КТ2- 4	КТ3 - 0

Примечание: для каждой степени объема поражения указано число пациентов, в скобках – средний относительный объем воспалительных изменений в процентах

Таблица №9. Распределение пациентов с положительной динамикой между вторым и третьим исследованием.

1-е исследование 26 больных	КТ1 18 (7,7%)		КТ2 6 (32%)	КТ3 2 (69%)		
	↙ ↘		↙ ↘		↙ ↘	
2-е исследование 26 больных	КТ0 1 (0%)	КТ1 17 (5,3%)	КТ1 3 (10,3%)	КТ2 3 (29%)	КТ2 1 (40%)	КТ3 1 (55%)
ВСЕГО 26 больных	КТ0 - 1	КТ1 - 20		КТ2 - 4		КТ3 - 1

Примечание: для каждой степени объема поражения указано число пациентов, в скобках – средний относительный объем воспалительных изменений в процентах.

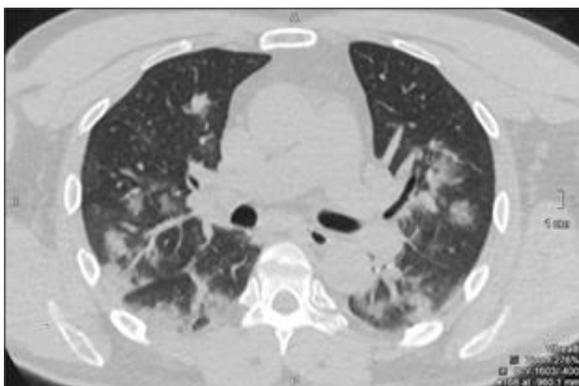


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

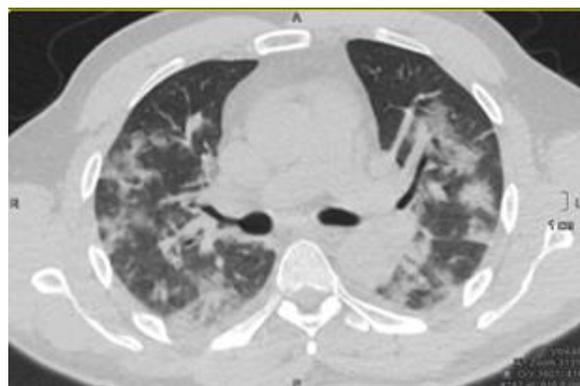


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

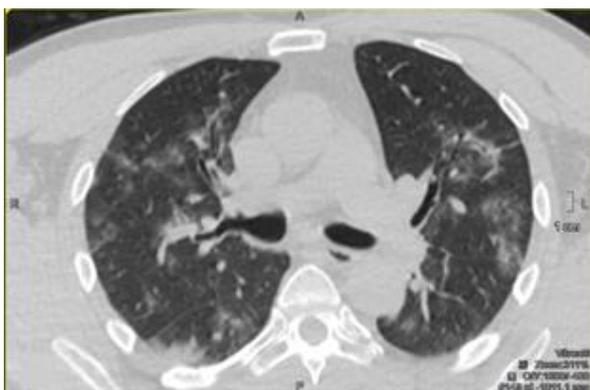


Рис. 4 в (Fig. 4 в)



Рис. 4 г (Fig. 4 д)

Рис. 4. КТ органов грудной полости, аксиальная плоскость.

Двусторонние инфильтративные изменения вирусной этиологии среднетяжелой степени поражения – КТ 2; а – относительный объем поражения правого легкого 30%, левого – 28%; б – отрицательная динамика через 3 дня, объем воспалительных изменений увеличился в правом легком до 46%, в левом – до 43%; в – положительная динамика через 6 дней – относительный объем поражения правого легкого 21%, левого – 19%; г – минимальные остаточные патологические изменения легких на 18 день заболевания.

Fig. 4. Chest CT scan.

bilateral infiltrative changes of viral etiology moderate degree – CT 2;

а – relative volume of damage to the right lung 30% left - 28%; б – disease progression after 3 days, the volume of inflammatory changes increased in the right lung to 46%, left% to 43%; в – Improvement after 6 days, volume of damage to the right lung 21%, left 19%, д – minimal residual pathological changes in the lungs on day 18 of the disease.

14%), степень поражения не изменилась.

Положительная динамика течения пневмонии COVID-19 при третьем исследовании была отмечена у 26 пациентов (табл. №9).

У 17 пациентов с легкой степенью поражения легких (КТ 1) было отмечено уменьшение объема (в среднем на 45%) и интенсивности инфильтративных изменений легких. У 1 пациента с легкой степенью поражения был отмечен регресс воспалительных изменений легких до КТ 0. У одного из двух пациентов со среднетяжелым поражением легким (КТ 2) объем инфильтративных изменений уменьшился в несколько раз до легкой степени (КТ 1), у другого остался в пределах среднетяжелой степени (КТ

2).

Обсуждение.

Динамический контроль состояния легких с определением количественных показателей относительного объема воспалительных изменений позволял точно оценить тяжесть поражения легких, достоверно осуществить мониторинг прогрессирования и ответных реакций на проводимое лечение при COVID-19. При проведении компьютерной томографии больным с пневмонией COVID-19, увеличение объема патологических изменений более чем на 50% от исходного и появление участков консолидации считали прогрессированием воспалительных изменений легких, и наоборот, уменьшение

объема и интенсивности изменений считали разрешением воспалительных изменений легких (рис. 4).

Мы проанализировали результаты КТ-исследований пациентов, госпитализированных в первые две недели после открытия инфекционного отделения. Большинство пациентов (70%) перенесли пневмонию COVID-19 в легкой степени тяжести.

Для пневмонии, вызванной штаммом вируса SARS-CoV-2 – COVID-19, характерны двусторонние воспалительные изменения, хорошо определяемые при КТ, которые были обнаружены у 86,67% больных. При КТ в первые сутки заболевания у 5% пациентов патологические изменения в легких не визуализировались и были выявлены только при динамическом контроле. У 6,67% пациентов с отсутствием воспалительных изменений при первом КТ, несмотря на положительные результаты теста на SARS-CoV-2, выполненные с использованием ОТ-ПЦР, и при повторных КТ патологических изменений легких не было.

При КТ были обнаружены характерные для вирусной этиологии изменения легочной паренхимы в виде уплотнения по типу «матового стекла» в сочетании с консолидацией в периферических отделах легких, о чем сообщают и другие авторы [22 -26].

Результаты нашего исследования выявили общую чувствительность метода КТ на уровне 93,3%. Для оценки эффективности проводимой терапии необходимы объективные критерии определения степени тяжести повреждений легких.

Существующие шкалы оценки тяжести поражения легких при COVID-19 имеют большую градацию по объему поражения с интервалом в 25%, что не позволяет более детально отразить динамику процесса.

В настоящее время предложено несколько способов оценки тяжести воспалительных изменений легких. Так, Pan F. et al. для уменьшения несоответствия между результатами исследования предлагали визуально оценивать объем поражения к размеру долей легкого, каждую из 5 долей легких отдельно визуально оценивали по шкале от 0 до 5, где 0 – нет поражения, 1 балл – <5%, 2 балла – 5-25%, 3 балла – 25-49%, 4 балла – 50-75%, 5 баллов – >75%. Общий балл КТ представлял собой сумму баллов отдельных долей и варьировал от 0 (без воспаления) до 25 (максимальное поражение) [26]. Недостатком методик с использованием визуальной балльной оценки является то, что наряду с затратой дополнительного времени, существует и высокая зависимость результатов от опыта врача-рентгенолога.

Cong Sh. et al. изучили эффективность недавно разработанного программного обеспече-

ния, нацеленного на количественную оценку пневмонии COVID-19 с использованием КТ -изображений. Сравнивая результаты, полученные рентгенологами по баллам и полученные с помощью программного обеспечения, авторы доказали неточность визуальной оценки [27]. К сожалению, это новое программное обеспечение массово не доступно.

В нашей работе мы изучили эффективность общедоступного способа количественной оценки воспалительных изменений легких при COVID-19 с использованием стандартного программного обеспечения рабочих станций, что очень важно в определении тактики лечения.

Следует отметить, что и эта методика также имеет свои недостатки. Для определения точного объема поражения требуется определенное время, особенно при диффузном распределении инфильтратов. Однако, потраченное на анализ компьютерных томограмм время, позволяет наиболее детальным образом оценивать моментальное состояние легочной ткани, определять динамику изменений в легких и корректировать терапию. Дальнейшее развитие КТ-диагностики COVID-19 пневмонии нам представляется в сочетании более углубленного анализа изменений легочной ткани и соответствующим им компьютерно-топографическим паттернов, в более рациональном распределении (детализации) существующих градаций КТ оценки тяжести новой COVID-19 пневмонии.

Выводы.

- Метод КТ с высокой степенью чувствительности позволяет выявить весь спектр возможных проявлений пневмонии COVID-19.

- В качестве метода визуализации повторные КТ-исследования больных играют важную роль в оценке динамики поражения легких при COVID-19.

- Существующие на сегодняшний день протоколы оценки тяжести поражения лёгких по данным КТ основаны на визуальном восприятии и субъективном подходе, и могут значительно различаться с точными количественными расчетами.

- Широкий интервал объема поражения (про 25% в шкале КТ 1-КТ 4) не всегда позволяет точно отразить динамику процесса в легких.

- Определение количественных показателей относительного объема воспалительных изменений позволяет точно оценить тяжесть исходного поражения легких, достоверно осуществлять мониторинг течения заболевания и ответных реакций на проводимое лечение.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список Литературы:

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020;382(8):727-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>
2. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497-506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
3. Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *N Engl J Med.* 2020;382(13):1199-1207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
4. Boldog P, Tekeli T, Vizi Z, Dénes A, Bartha FA, Röst G. Risk assessment of novel coronavirus COVID-19 outbreaks outside China. *J Clin Med.* 2020;9(2). pii: E571 <https://doi.org/10.3390/jcm9020571>
5. World Health Organization: Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. Available at: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-directorgeneral-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020> [Accessed April 1, 2020.]
6. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet.* 2020;395(10223):507-513. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
7. Bassetti M, Vena A, Giacobbe DR. The Novel Chinese Coronavirus (2019-nCoV) Infections: challenges for fighting the storm. *Eur J Clin Invest.* 2020;50(3):e13209. <https://doi.org/10.1111/eci.13209>
8. Xu X, Yu C, Qu J, Zhang L, Jiang S, Huang D, et al. Imaging and clinical features of patients with 2019 novel coronavirus SARS-CoV-2. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2020;47(5):1275-1280. <https://doi.org/10.1007/s00259-020-04735-9>
9. Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK, et al. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro Surveill.* 2020;25(3). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2000045>
10. Xie X, Zhong Z, Zhao W, Zheng C, Wang F, Liu J. Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing. *Radiology.* 2020. Feb 12:200343. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200343> [Epub ahead of print]
11. Diagnosis and Treatment Protocol for Novel Coronavirus Pneumonia (Trial Version 7). Available at: https://www.who.int/docs/default-source/wpro---documents/countries/china/covid-19-briefing-nhc/1-clinical-protocols-for-the-diagnosis-and-treatment-of-covid-19-v7.pdf?sfvrsn=c6cbfba4_2 [Accessed May 6, 2020.]
12. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Версия 6. (28.04.2020). Москва, 2020. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351659/ [Accessed May 6, 2020.]
13. Wu J, Wu X, Zeng W, Guo D, Fang Z, Chen L, et al. Chest CT findings in patients with corona virus disease 2019 and its relationship with clinical features. *Invest Radiol.* 2020;55(5):257-261. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000670>
14. RCR position on the role of CT in patients suspected with COVID-19 infection. Available at: <https://www.rcr.ac.uk/college/coronavirus-covid-19-what-rcr-doing/clinical-information/rcr-position-role-ct-patients> [Accessed May 6, 2020.]
15. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology.* 2020 Feb 26:200642. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642> [Epub ahead of print]
16. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raouf S, et al. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner. *Radiology.* 2020 Apr 7:201365. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201365> [Epub ahead of print]
17. Revel MP, Parkar AP, Prosch H, Silva M, Sverzellati N, Gleeson F, et al. COVID-19 patients and the Radiology department – advice from the European Society of Radiology (ESR) and the European Society of Thoracic Imaging (ESTI). *Eur. Radio.* 2020 April 2. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06865-y>. [Epub ahead of print]
18. Xie X, Zhong Z, Zhao W, Zheng C, Wang F, Liu J. Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing. *Radiology.* 2020 Feb 12:200343. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200343>
19. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA.* 2020 Feb 7. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585> [Epub ahead of print]
20. Shi H, Han X, Jiang N, Cao Y, Alwalid O, Gu J, et al. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(4):425-434. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30086-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30086-4)
21. Приказ Департамента здравоохранения г. Москвы от 08.04.2020 N 373 (ред. от 17.04.2020) "Об утверждении алгоритма действий врача при поступлении в стационар пациента с подозрением на внебольничную пневмонию, коронавирусную инфекцию (COVID-19), порядка выписки из стационара пациентов с внебольничной пневмонией, коронавирусной инфекцией (COVID-19), для продолжения лечения в амбулаторных условиях (на дому)". Москва; 2020.
22. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов: препринт № ЦДТ – 2020 – I. Версия 2 от 17.04.2020. Вып. 65. Москва; 2020.
23. Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Беляева К.А. COVID19: первые результаты лучевой диагностики в ответе на новый вызов. *REJR.* 2020; 10(1):8-15. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-1-8-15>
24. Христенко Е.А., фон Стакельберг О., Кауцор Х.-У., Лайер Г., Ридэн Т.В. КТ-паттерны при COVID-19 ассоциированных пневмониях – стандартизация описаний исследований

на основе глоссария общества Флейшнера. *REJR*. 2020; 10(1):16-26. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-1-16-26>

25. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology*. 2020 Feb 20:200463. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200463> [Epub ahead of print]

26. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coro-

References:

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020;382(8):727-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>
2. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497-506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
3. Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *N Engl J Med*. 2020;382(13):1199-1207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
4. Boldog P, Tekeli T, Vizi Z, Dénes A, Bartha FA, Röst G. Risk assessment of novel coronavirus COVID-19 outbreaks outside China. *J Clin Med*. 2020;9(2). pii: E571 <https://doi.org/10.3390/jcm9020571>
5. World Health Organization: Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. Available at: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-directorgeneral-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020> [Accessed April 1, 2020.]
6. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*. 2020;395(10223):507-513. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
7. Bassetti M, Vena A, Giacobbe DR. The Novel Chinese Coronavirus (2019-nCoV) Infections: challenges for fighting the storm. *Eur J Clin Invest*. 2020;50(3):e13209. <https://doi.org/10.1111/eci.13209>
8. Xu X, Yu C, Qu J, Zhang L, Jiang S, Huang D, et al. Imaging and clinical features of patients with 2019 novel coronavirus SARS-CoV-2. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2020;47(5):1275-1280. <https://doi.org/10.1007/s00259-020-04735-9>
9. Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK, et al. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro Surveill*. 2020;25(3). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2000045>
10. Xie X, Zhong Z, Zhao W, Zheng C, Wang F, Liu J. Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing. *Radiology*. 2020. Feb 12:200343. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200343> [Epub ahead of print]
11. Diagnosis and Treatment Protocol for Novel Coronavirus Pneumonia (Trial Version 7). Available at: <https://www.who.int/docs/default-source/wpro---documents/countries/china/covid-19-briefing-nhc/1-clinical-protocols-for-the-diagnosis-and-treatment-of-covid-19->

navirus (COVID-19) pneumonia. Radiology. 2020 Feb 13:200370 <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200370>. [Epub ahead of print]

27. Shen C, Yu N, Cai Sh, Zhou J, Sheng J, Liu K, et al. Quantitative computed tomography analysis for stratifying the severity of Coronavirus Disease 2019. *J Pharm Anal*. 2020 Mar 6. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2020.03.004> [Epub ahead of print].

- v7.pdf?sfvrsn=c6cbfba4_2 [Accessed May 6, 2020.]
12. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (CHOVID-19). Temporary guidelines. Ministerstvo zdravoohranjenija Rossijskoj Federacii. Versija 6. (28.04.2020). Moscow, 2020. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351659/ [Accessed May 6, 2020.] (in Russian)
13. Wu J, Wu X, Zeng W, Guo D, Fang Z, Chen L, et al. Chest CT findings in patients with corona virus disease 2019 and its relationship with clinical features. *Invest Radiol*. 2020;55(5):257-261. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000670>
14. RCR position on the role of CT in patients suspected with COVID-19 infection. Available at: <https://www.rcr.ac.uk/college/coronavirus-covid-19-what-rcr-doing/clinical-information/rcr-position-role-ct-patients> [Accessed May 6, 2020.]
15. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 2020 Feb 26:200642. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642> [Epub ahead of print]
16. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raoof S, et al. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner. *Radiology*. 2020 Apr 7:201365. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201365> [Epub ahead of print]
17. Revel MP, Parkar AP, Prosch H, Silva M, Sverzellati N, Gleeson F, et al. COVID-19 patients and the Radiology department – advice from the European Society of Radiology (ESR) and the European Society of Thoracic Imaging (ESTI). *Eur. Radio*. 2020 April 2. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06865-y>. [Epub ahead of print]
18. Xie X, Zhong Z, Zhao W, Zheng C, Wang F, Liu J. Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing. *Radiology*. 2020 Feb 12:200343. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200343>
19. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020 Feb 7. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585> [Epub ahead of print]
20. Shi H, Han X, Jiang N, Cao Y, Alwalid O, Gu J, et al. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*. 2020;20(4):425-434. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30086-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30086-4)

21. *Prikaz Departamenta zdravoohraneniya g. Moskvy ot 08.04.2020 N 373 (red. ot 17.04.2020) " On the approval of the algorithm of actions of a doctor upon admission to a patient with suspected community-acquired pneumonia, coronavirus infection (COVID-19), the procedure for discharge from a hospital of patients with community-acquired pneumonia, coronavirus infection (COVID-19), to continue treatment on an outpatient basis (at home)". Moscow; 2020 (in Russian).*
22. *Radiation diagnosis of coronavirus disease (COVID-19): organization, methodology, interpretation of results: preprint № CDT – 2020 – I. Versija 2 ot 17.04.2020. Iss. 65. Moscow; 2020 (in Russian).*
23. *Temovoj SK, Serova NS, Beljaev AS, Beljaeva KA. COVID19: the first results of radiation diagnostics in response to a new challenge. REJR. 2020; 10(1):8-15 <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-1-8-15> (in Russian).*
24. *Hristenko EA, fon Stakel'berg O, Kaucor HU, Lajer G, Ridjen TV. CT patterns for COVID-19 associated pneumonia - standardization of study descriptions based on Fleischner's glossary. REJR. 2020; 10(1):16-26. (in Russian) <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-1-16-26>*
25. *Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. Radiology. 2020 Feb 20:200463. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200463> [Epub ahead of print]*
26. *Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia. Radiology. 2020 Feb 13:200370 <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200370>. [Epub ahead of print]*
27. *Shen C, Yu N, Cai Sh, Zhou J, Sheng J, Liu K, et al. Quantitative computed tomography analysis for stratifying the severity of Coronavirus Disease 2019. J Pharm Anal. 2020 Mar 6. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2020.03.004> [Epub ahead of print].*